

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant:	Kazue Tanaka	Examiner:	Unassigned
Serial No:	Unassigned	Art Unit:	Unassigned
Filed:	Herewith	Docket:	17134
For:	ULTRASONIC OPERATION APPARATUS FOR DETECTING INITIAL RESONANCE FREQUENCY AND FOR SHIFTING TO PLL OPERATION		Dated: November 12, 2003

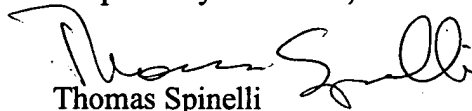
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM OF PRIORITY

Sir:

Applicant in the above-identified application hereby claims the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. § 119 and in support thereof, herewith submits certified copies of Japanese Patent Application No. 2002-339715 (JP2002-339715), filed on November 22, 2002 and Japanese Patent Application No. 2003-200808 (JP2003-200808), filed on July 23, 2003.

Respectfully submitted,


Thomas Spinelli
Registration No.: 39,533

Scully, Scott, Murphy & Presser
400 Garden City Plaza
Garden City, New York 11530
(516) 742-4343

"CERTIFICATE OF MAILING BY "EXPRESS MAIL"

Express Mailing Label No.: EV 185862029 US

Date of Deposit: November 12, 2003

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on November 12, 2003.

Dated: November 12, 2003


Thomas Spinelli

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年11月22日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-339715

[ST.10/C]:

[JP 2002-339715]

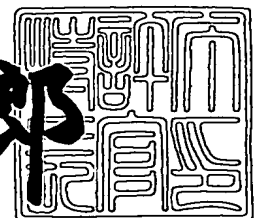
出 願 人
Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

2003年 6月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3045388

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P01889

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 17/00

【発明の名称】 超音波手術装置

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学
工業株式会社内

 【氏名】 田中 一恵

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

 【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100076233

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊藤 進

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013387

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9101363

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超音波手術装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波振動を発生するための超音波振動子を駆動可能な駆動信号を発生する駆動信号発生手段と、

前記駆動信号発生手段から前記超音波振動子に供給される駆動信号の位相情報に基づき、前記駆動信号発生手段の発振周波数を制御する周波数制御手段と、

前記周波数制御手段を制御し、前記駆動信号を周波数掃引する掃引手段と、

前記超音波振動子の特性に応じて、前記掃引手段の動作を制御する掃引動作制御手段と

を具備したことを特徴とする超音波手術装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波手術装置、更に詳しくは共振周波数の検出制御部分に特徴のある超音波手術装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、超音波変換器としての超音波振動子を用いる超音波装置は種々提案されており、これは例えば外科用超音波メスや超音波加工装置等が知られている。

【0003】

このような、外科用超音波メスや超音波加工装置に使用される超音波振動子は、その変換効率を高めるため、従来から、その超音波振動子の機械的共振点で駆動することが知られている。

【0004】

機械的共振点に於いて、共振させる手段として最も一般的なのは超音波振動子に加わる電圧と流れる電流の位相を検出し、その位相差が零になるように制御する、いわゆるフェーズ・ロック・ループ（PLL）方式の共振点追尾回路である

【0005】

これは、共振点で確実に駆動出来るため、超音波振動子に加わる負荷の変化に追従する方法として優れている。

【0006】

しかし、PLLを用いた共振点追尾を行う場合、追尾動作に入る前に、図6に示すように、振動子に接続されたプローブに応じた初期共振周波数（F r o）を確実に検出する必要がある。

【0007】

初期共振周波数（F r o）は、振動子に接続するプローブの種類、製造上のばらつき、周囲温度等によって異なる。

【0008】

初期共振周波数（F r o）の検出方法としては、例えば、特開2002-45368号公報に示されているように、動作中に変動する共振点でのPLL方式の自動追尾動作に入る前に、出力周波数を掃引し、その途中で電流検知、位相の切り替わり検知により初期共振周波数（F r o）を検出したら、PLL動作に移行するというものがある。

【0009】

図7は、この従来技術を説明するもので、超音波振動子114aとプローブ114bから成りF r oの初期共振周波数を持つ超音波振動子114と超音波手術装置100と、超音波手術装置100の超音波出力制御を行うフットスイッチ101からなる。

【0010】

超音波手術装置100は、超音波手術装置100の主な制御を行うCPU102と、接続された超音波振動子の種類を判別するHP判別回路110と、PLL動作を行うPLL制御回路116と、F r o検出時に超音波出力の周波数を掃引する掃引回路103と、超音波出力の電圧、電流位相信号の位相差が+から-へ変化したことを検知する共振周波数検出回路113と、SIN波形を生成するDDS107から出力されるSIN波形に超音波出力の大きさを設定する設定信号

DA1を乗算する乗算器105と、超音波出力の増幅を行う電力増幅器109と、超音波出力の電圧、電流信号の検出を行う検出回路112からなる。

【0011】

術者により、フットスイッチ101がONされると、CPU102より8ビットの初期設定周波数信号(Fo)が掃引回路103へ送信された後、掃引開始信号(/SWEEP_ON)が送信され、初期共振周波数(Fro)を検知するための出力周波数の掃引が開始される。この時、初期設定周波数信号(Fo)は、周波数掃引を開始する周波数である。

【0012】

初期共振周波数(Fro)検出時の出力設定は、CPU102より4ビットの出力電流信号がD/A変換器104へ出力される。D/A変換器104に於いて、D/A変換され、乗算器105へ出力される。

【0013】

掃引回路103は、初期設定周波数信号(Fo)を一定間隔でダウンカウントすることにより、掃引信号(Fo')を生成する。初期共振周波数(Fro)検出時は、初期設定周波数信号(Fo)は、UP/DOWNカウンタ106をスルーし、駆動周波数設定信号(Fs)となって、DDS107へ入力される。

【0014】

UP/DOWNカウンタ106は、PLL追尾動作時に機能し、周波数追尾を行うために使用する回路であるため、初期共振周波数(Fro)検出時ONとなる入力信号PLL_ON信号がONの間のみ動作するように設計されている。

【0015】

DDS107は、駆動周波数設定信号(Fs)に対応したSIN波形の出力を行い、DDS107から出力されたSIN波形は、乗算器105へ入力され、CPU102からの出力電流信号を、D/A変換器104に於いてD/A変換した信号DA1との掛け算を行う。

【0016】

乗算器105から出力されたSIN波形は、電力増幅器109にて増幅され、検出回路112を経て超音波振動子114aへ出力され、超音波振動子114a

に結合されたプローブ 1 1 4 b を超音波振動させる。

【 0 0 1 7 】

検出回路 1 1 2 に於いて、超音波出力（電圧、電流）の位相信号 θ_v （電圧位相信号）、 θ_i （電流位相信号）を検知し、位相比較器 1 0 8 と共振周波数検出回路 1 1 3 へ出力する共に、出力電流の実効値 $|I|$ を検出し、A/D変換器 1 1 1 を介して CPU 1 0 2 へ出力している。

【 0 0 1 8 】

CPU 1 0 2 では、初期共振周波数（F r o）検知時の周波数掃引の出力電流実効値 $|I|$ をモニタし、実効値 $|I|$ が、ある閾値 $|I|_{ref}$ を超えた場合、位相検知回路 1 1 3 へイネーブル信号／PHA__ENをONとし、共振周波数検出回路 1 1 3 の動作を開始させる。

【 0 0 1 9 】

位相周波数検出回路 1 1 3 は、電圧位相信号 θ_v 、電流位相信号 θ_i の位相差を検知し、図 6 に示すように、位相差が+から-へ変化するところ（位相差が 0 のところ）を初期共振周波数（F r o）として検知し、PLL__ONをONとする。また、一回の出力周波数掃引時に初期共振周波数（F r o）が検出できなかった場合、前述の初期共振周波数（F r o）検出を再度行う（最大 2 回迄）。

【 0 0 2 0 】

PLL__ONがONとなる掃引回路 1 0 3 は、周波数掃引を停止し、検出した共振周波数以上の周波数変化を行わない。

【 0 0 2 1 】

また、PLL__ONがONとなることにより、UP/DOWNカウンタ 1 0 6 と、位相比較器 1 0 8 の動作が開始されPLL 1 1 6 により共振周波数追尾が動作する。

【 0 0 2 2 】

位相比較器 1 0 8 では、電圧位相信号 θ_v 、電流位相信号 θ_i の位相差を検出し、周波数追尾のために、DDS 1 0 7 からの出力（SIN波形）の出力周波数を上下させる制御信号（以下、UP/DOWN信号）を出力し、UP/DOWNカウンタ 1 0 6 への入力とする。

【0023】

UP/DOWNカウンタ106では、共振周波数検出時に検出した初期共振周波数(F_{ro})と位相比較器108からのUP/DOWN信号に基づき、実際にDDS107から出力する周波数の設定信号である、駆動周波数設定信号(F_s)を出力する。

【0024】

次に、このように構成された従来の超音波凝固切開装置でのPLL引き込みまでの処理の流れを説明する。

【0025】

図8に示すように、ステップS101で術者によりフットスイッチ101がONされると、ステップS102で初期共振周波数(F_{ro})検出時の出力設定のために、CPU102より、4ビットの出力電流信号がD/A変換器104へ出力される。D/A変換器104に於いて、D/A変換され、乗算器105へ出力される。

【0026】

そして、ステップS103でCPU102より8ビットの初期設定周波数信号(F_o)が掃引回路103へ送信された後、掃引開始信号(/SWEEP_ON)が送信され、初期共振周波数(F_{ro})を検知するための出力周波数の掃引が開始される。

【0027】

ステップS104で掃引回数をカウントし、ステップS105で出力電流の実効値|I|が、閾値|I|_{ref}を超えたかどうか判断し、出力電流の実効値|I|が、閾値|I|_{ref}を超えた場合は、ステップS106で電圧位相信号 θ_v 、電流位相信号 θ_i の位相差が+から-へ変化したかどうか判断し、+から-への変化を検知できたならば、初期共振周波数(F_{ro})として検知し、ステップS107で周波数掃引を停止し、UP/DOWNカウンタ106と位相比較器108の動作が開始され、PLL116による共振周波数追尾が動作する。

【0028】

ステップS105で出力電流の実効値|I|が、閾値|I|_{ref}を超えていな

いと判断すると、ステップ S108 で掃引回数が 2 回かどうか判断し、1 回目の掃引ならばステップ S103 へ戻り処理を繰返し、2 回目の掃引ならば、ステップ S109 で警告を発し出力を停止する。

【0029】

【特許文献 1】

特開 2002-45368 号公報

【0030】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、初期共振周波数 (Fro) は、超音振動子の種類、超音波振動子に締結されるプローブにの種類、周囲温度、プローブの生産上のバラツキにより大きく変化するため、広い周波数範囲の掃引を行わなければならない (初期共振周波数 (Fro) は、振動子の種類により、周波数帯 (20 kHz 帯、40 kHz 帯、100 kHz 帯等) が異なり、プローブのバラツキ、種類により、前述帯域の中でも数 kHz のバラツキが有る)。

【0031】

特に、極わずかのプローブ長さの違いが初期共振周波数 (Fro) に大きく作用してしまうため、生産上のバラツキによる初期共振周波数 (Fro) のバラツキ範囲は、数 kHz に及ぶため、振動子の種類の判別により掃引する周波数帯域を分けるとしても、周波数掃引範囲は最低限、数 kHz 以上の範囲を持つ必要がある。

【0032】

また、プローブの種類の違いにより、インピーダンスや F1、F2 間の間隔も大きく異なるため、ただ単に、周波数掃引の速度を一概に早くすると、初期共振周波数 (Fro) の検出が行えなくなってしまう。

【0033】

概ね、周波数帯域が小さく (例えば 20 kHz 帯域の振動子に締結するプローブ)、インピーダンスの小さいプローブ (長さの短いプローブ) は、周波数帯域の大きく (例えば 40 kHz 100 kHz) インピーダンスの大きいプローブ (長さの長いプローブ) よりも F1、F2 の間隔が大きく、インピーダン

スが小さいことが多いため、従来の手法による初期共振周波数（F r o）の検出は行いやすいことが多く、周波数帯域の大きいプローブは、F 1、F 2間の間隔が小さく、初期共振周波数（F r o）の検出は行いづらい事が多い。

【 0 0 3 4 】

従来の方法では、初期共振周波数（F r o）検出時の周波数掃引速度は、一概に同じにして、すべてのプローブが、確実に初期共振周波数（F r o）検出を行えるようにしていたため、周波数掃引速度が遅く、掃引周波数範囲が広いため、P L L制御移行迄に時間がかかっていた。

【 0 0 3 5 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、確実に迅速、しかも適切な初期共振周波数（F r o）の検出を行い、P L L動作へ移行することのできる超音波手術装置を提供することを目的としている。

【 0 0 3 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明の超音波手術装置は、超音波振動を発生するための超音波振動子を駆動可能な駆動信号を発生する駆動信号発生手段と、前記駆動信号発生手段から前記超音波振動子に供給される駆動信号の位相情報に基づき前記駆動信号発生手段の発振周波数を制御する周波数制御手段と、前記周波数制御手段を制御し前記駆動信号を周波数掃引する掃引手段と、前記超音波振動子の特性に応じて前記掃引手段の動作を制御する掃引動作制御手段とを具備して構成される。

【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について述べる。

【 0 0 3 8 】

図 1 ないし図 3 は本発明の第 1 の実施の形態に係わり、図 1 は超音波手術装置の構成を示す構成図、図 2 は図 1 の超音波手術装置の構成を示すブロック図、図 3 は図 2 の超音波手術装置の変形例の構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 9 】

本実施の形態の超音波手術装置は、図 1 に示すように、超音波出力を行う超音

波凝固切開装置 1 と、処置を行うハンドピース 2 と、超音波凝固切開装置 1 の超音波出力を制御するフットスイッチ 3 とから構成される。

【 0 0 4 0 】

ハンドピース 2 は、図 2 に示すように、それぞれ特有の周波数帯域を持つ振動子 2 a (2 0 k H z 帯域、4 0 k H z 帯域、1 0 0 k H z 帯域) と種々の形態を持つプローブ 2 b (生産上のバラツキにより、数 k H z の範囲での初期共振周波数 (F r o) のバラツキを持つ) からなり、ハンドピース 2 は、超音波凝固切開装置 1 に着脱できるようになっている。

【 0 0 4 1 】

そして、超音波凝固切開装置 1 より供給された電気信号を振動子 2 a にて機械振動へ変換し、振動子 2 a に接続されたプローブ 2 b の機械振動によって処置を行っている。

【 0 0 4 2 】

ハンドピース 2 には、その振動子 2 b の周波数帯や締結できるプローブ 2 b のインピーダンス等を判別するための判別抵抗 2 c が設けられている。判別抵抗 2 c は、振動子 2 b の周波数帯 (2 0 k H z 、4 0 k H z 、1 0 0 k H z など、おおまかな周波数帯) 、出力電流の最大値、インピーダンスの違いによって、定数が異なっている。H P (ハンドピース) 判別回路 1 1 に於いて、判別抵抗 2 c の抵抗値を検出し、その検出した結果 (周波数帯) を C P U 1 2 へ送信する。C P U 1 2 では、この結果を基とし、どの種類の振動子が接続されているかを判断する。

【 0 0 4 3 】

超音波凝固切開装置 1 では、図 2 に示すように術者により、フットスイッチ 3 が ON されると、ハンドピース 2 の判別結果によって、C P U 1 2 により 8 ビットの初期設定周波数信号 (F 0) が掃引回路 1 3 へ送信された後、掃引信号 (/ S W E E P _ O N) が送信され、初期共振周波数 (F r o) を検出するための出力周波数の掃引が開始される。

【 0 0 4 4 】

この時、初期設定周波数信号 (F 0) は、周波数掃引を開始する周波数である

。たとえば、ハンドピース 2 の初期共振周波数 (F r o) が存在する周波数帯が 2 0 k H z であれば、3 0 k H z に相当する初期設定周波数信号 (F o) を送信し、ハンドピース 2 の周波数帯が 4 0 k H z であれば、5 0 k H z に相当する初期設定周波数信号 (F o) を送信するものである。

【 0 0 4 5 】

また、初期共振周波数 (F r o) 検出時の超音波出力設定は、C P U 1 2 より 4 ビットの出力電流信号 (最大出力の 3 0 %) が D / A 変換器 1 4 へ出力される。D / A 変換器 1 4 に於いて、D / A 変換され、乗算器 1 5 へ出力される。

【 0 0 4 6 】

また、掃引回路 1 3 は、初期設定周波数信号 (F o) を掃引速度制御回路 2 6 の出力周波数に従い、ダウンカウントすることにより掃引信号 (F 0') を生成する。初期共振周波数 (F r o) 検知時は、掃引信号 (F 0') は U P / D O W N カウンタ 1 6 をスルーし、駆動周波数設定信号 (F s) となって、D D S 1 7 へ入力される。

【 0 0 4 7 】

U P / D O W N カウンタ 1 6 は、P L L 追尾動作時に機能し、周波数追尾を行うために使用する回路で有るため、初期共振周波数 (F r o) 検知が終了した事示す入力信号 P L L _ O N 信号が O N の間のみ U P / D O W N を行うように設計されている。

【 0 0 4 8 】

D D S 1 7 は、駆動周波数設定信号 (F s) に対応した S I N 波形の出力を行い、D D S 1 7 から出力された S I N 波形は、乗算器 1 5 へ入力され、C P U 1 2 からの出力電流信号を、D / A 変換器 1 4 に於いて D / A 変換した信号 D A 1 との掛け算を行う。

【 0 0 4 9 】

乗算器 1 5 から出力された S I N 波形は、電力増幅器 1 9 にて増幅され、検出回路 2 0 を経てハンドピース 2 の振動子 2 a へ出力される。

【 0 0 5 0 】

検出回路 2 0 において、超音波出力 (電圧、電流) の位相信号を θv (電圧位

相信号)、 θ_i (電流位相信号)、出力電流の実効値を $|I|$ 及び閾値を $|I|_{ref}$ とすると、CPU12では、初期共振周波数(Fro)検出中(周波数掃引中)、実効値 $|I|$ と閾値 $|I|_{ref}$ を比較し、 $|I| > |I|_{ref}$ となった場合、CPU12にて/PHA_ENをONとし、共振周波数検出回路21へ/PHA_EN信号を送信する。

【0051】

共振周波数検出回路21では、/PHA_ENを受けて、 θ_i と θ_v の位相差が+から-へ切り替わったことによって初期共振周波数(Fro)を検知する。それにより、PLL制御へ移行するため、PLL_ON信号をONとする。

【0052】

PLL_ONがONとなると掃引回路13は周波数掃引を停止し、検出した共振周波数以上の変化はしない。

【0053】

また、PLL_ONはONになることにより、UP/DOWNカウンタ16の動作が開始され、PLL41による共振周波数追尾が動作する。

【0054】

位相比較器18では、電圧位相信号 θ_v 、電流位相信号 θ_i の位相差を検出し、周波数追尾のためにDDS17からの出力(SIN波形)の出力周波数を上下させる制御信号(以下、UP/DOWN信号)を出力し、UP/DOWNカウンタ16への入力とする。

【0055】

UP/DOWNカウンタ16では、共振周波数検出時に検出した初期共振周波数(Fro)と位相比較器18からのUP/DOWN信号に基づき、実際にDDS17から出力する周波数の設定信号である駆動周波数設定信号(Fs)を出力する。

【0056】

フットスイッチ3を踏んでから、初期共振周波数(Fro)を迅速に検出するため、掃引速度制御回路24は、位相比較器18によって検知される位相差量を示す8ビット信号(位相差量信号 $\Delta\theta$)をD/A変換器23にてD/A変換し、

D/A変換器23の出力をVCO25へ出力し掃引回路13のクロックとする。

【0057】

これにより、 θ_i と θ_v の位相差量が大きく、駆動周波数設定信号(F_s)が初期共振周波数(F_{ro})から遠い時には、初期共振周波数(F_{ro})検出時の掃引速度を速くし、 θ_i と θ_v の位相差量が小さく、駆動周波数設定信号(F_s)が初期共振周波数(F_{ro})に近いときには、初期共振周波数(F_{ro})検出時の掃引速度を遅くする。

【0058】

従って、プローブの生産時の初期共振周波数(F_{ro})のばらつきのための広い範囲の周波数掃引においても、初期共振周波数(F_{ro})から遠いときには、掃引を従来より速くし、初期共振周波数(F_{ro})近傍では、従来通りの掃引速度を保つことで、確実に、しかも初期共振周波数(F_{ro})検出までの時間を短くすることが可能である。

【0059】

つまり、従来一定であった初期共振周波数(F_{ro})検出中の周波数掃引速度を、初期共振周波数(F_{ro})から遠いところでは速くし、初期共振周波数(F_{ro})近傍では従来と同等の速度を保つことにより、確実にしかも従来よりも速く F_{ro} の検出を行うことが可能にするという効果がある。

【0060】

上述では、周波数掃引速度を決定するためのパラメータとして、位相差量 $\Delta\theta$ を用いたが、出力電流の実効値 $|I|$ を検出回路で検出し、その結果を用いてもよい。

【0061】

出力電圧は、初期共振周波数(F_{ro})近傍で小さくなり、初期共振周波数(F_{ro})から離れたところでは大きくなる(図6のインピーダンス曲線に類似した曲線)ので、 $\Delta\theta$ の代わりに、上述実施の形態で用いることが可能である。

【0062】

なお、図3に示すように、周波数掃引速度を変化させるパラメータを出力電流の実効値 $|I|$ とし、閾値 $|I|_{ref}$ との比較によりCPU12から出力される

／PHA__ENを用いて、掃引周波数切換回路 2 6 で掃引速度の切換をスイッチで速い周波数と遅い周波数を切り替えるようにしてもよく、この場合、第 1 の実施の形態のと同等の効果を最小限の回路構成の追加で得ることができる。

【 0 0 6 3 】

図 4 及び図 5 は本発明の第 2 の実施の形態に係わり、図 4 は超音波手術装置の構成を示すブロック図、図 5 は図 4 の超音波手術装置の変形例の構成を示すブロック図である。

【 0 0 6 4 】

第 2 の実施の形態は、第 1 の実施の形態とほとんど同じであるので、異なる点のみ説明し、同一の構成には同じ符号をつけ説明は省略する。

【 0 0 6 5 】

第 1 の実施の形態では、超音波出力の出力電圧 $|V|$ 、出力電流 $|I|$ 、位相差量 $\Delta\theta$ によって、周波数掃引速度を決定していたが、本実施の形態では、図 4 に示すように、超音波出力を行っている超音波周波数を発振周波数検知回路 2 7 で検知する。

【 0 0 6 6 】

例えば、20 kHz 付近に初期共振周波数 (F_{ro}) を持つ超音波振動子は、インピーダンスが低く、 F_1 、 F_2 間が大きく、初期共振周波数 (F_{ro}) を検出しやすいプローブが多く、40 kHz 付近に初期共振周波数 (F_{ro}) を持つ超音波振動子は、インピーダンスが高く、 F_1 、 F_2 間が小さく、初期共振周波数 (F_{ro}) を検出し難いプローブが多いため、発振周波数検知回路 2 7 は、20 kHz 付近の出力周波数を検知したときには、掃引速度切換手段から高い周波数が発生し、速い速度で周波数掃引を行うように制御し、40 kHz 付近の出力周波数を検知したときには、掃引速度切換回路 2 6 から低い周波数が発生し、遅い速度で周波数掃引を行うように制御を行う。

【 0 0 6 7 】

本実施の形態では、 θv の周波数を検知することにより周波数掃引速度を切り替えているが、CPU 1 2 から出力される初期共振周波数 (F_{ro}) の値によって、周波数掃引速度を切り替えても同じ効果が期待できる。

【 0 0 6 8 】

つまり、発振周波数帯により、初期共振周波数（F r o）が検出しやすい周波数帯域の発振では、周波数掃引速度を速くすることにより、従来よりも短い時間で、初期共振周波数（F r o）の検出を行うことが可能である。

【 0 0 6 9 】

なお、第 2 の実施の形態では、発振発振周波数帯域の違いによって、初期共振周波数（F r o）検出時の周波数掃引速度を決定していたが、図 5 に示すように、H P 判別回路 1 1 の検知結果によって、掃引速度切換回路 2 6 が周波数掃引速度を切り替えるようにしてもよい。

【 0 0 7 0 】

この場合、ハンドピース判別用の判別抵抗 2 c により、インピーダンスの軽い／重いプローブ、F 1、F 2 間の狭い／広いプローブ等を判別できるように設定し、判別抵抗 2 c の値によって、その振動子 2 a に締結できるプローブ 2 b を判別し、掃引速度切換回路 2 6 で、切り替えられるようにしている。

【 0 0 7 1 】

したがって、初期共振周波数（F r o）を検出しやすいプローブと、検出し難いプローブを判別抵抗によって判別可能にすることにより、初期共振周波数（F r o）を検出しやすいプローブは、周波数掃引速度を速くし、従来よりも短い時間での初期共振周波数（F r o）検出を可能とする。

【 0 0 7 2 】

図 5 では、H P 判別回路 1 1 の出力（H P 判別信号）を直接入力し、切換を行っているが、前述 H P 判別信号を入力し、判断している C P U 1 2 から、周波数掃引速度の切換信号を入力してもよい。

【 0 0 7 3 】

〔付記〕

（付記項 1） 超音波振動子を駆動するための共振周波数を追尾する共振周波数追尾手段と、

接続されたハンドピースの種類を判別するハンドピース判別手段と、

前記超音波振動子に供給されている出力周波数を掃引し、前記電流信号の実効

値を基準値と比較し、且つ前記電流信号と電圧信号の位相差が＋から－へ切り替わったことを検知することにより前記共振周波数を検出する共振周波数検出手段と、

出力電圧、電流の実効値、位相差の方向、位相差量等、超音波出力に関する物理量を検知する各種検知手段と、

前記各種検知手段の検知結果に従い、前記出力周波数の掃引時の掃引速度を変化させる掃引速度切換手段と、

前記共振周波数検出後、前記共振周波数検出手段から前記共振周波数追尾手段を切り替える制御手段と

を備え、

前記共振周波数検出時の出力周波数掃引時に掃引速度を変化させる

ことを特徴とする超音波手術装置。

【 0 0 7 4 】

(付記項 2) 超音波振動子を駆動するための共振周波数を追尾する共振周波数追尾手段と、

接続されたハンドピースの種類を判別するハンドピース判別手段と、

前記超音波振動子に供給されている出力周波数を掃引し、前記電流信号の実効値を基準値と比較し、且つ前記電流信号と電圧信号の位相差が＋から－へ切り替わったことを検知することにより前記共振周波数を検出する共振周波数検出手段と、

前記ハンドピース判別手段の検知結果に従い、前記出力周波数の掃引時の掃引速度を変化させる掃引速度切換手段と、

前記共振周波数検出後、前記共振周波数検出手段から前記共振周波数追尾手段を切り替える制御手段と

を備え、

前記共振周波数検出時の出力周波数掃引時の掃引速度を前記ハンドピース判別手段の結果に従い変化させる

ことを特徴とする超音波手術装置。

【 0 0 7 5 】

(付記項 3) 超音波振動子を駆動するための共振周波数を追尾する共振周波数追尾手段と、

前記超音波振動子に供給されている出力周波数を掃引し、前記電流信号の実効値を基準値と比較し、且つ前記電流信号と電圧信号の位相差が＋から－へ切り替わったことを検知することにより前記共振周波数を検出する共振周波数検出手段と、

超音波振動子の駆動周波数帯域を検出する周波数帯域検出手段と、

前記周波数帯域検出手段の検知結果に従い、前記出力周波数の掃引時の掃引速度を変化させる掃引速度切換手段と、

前記共振周波数検出後、前記共振周波数検出手段から前記共振周波数追尾手段を切り替える制御手段と

を備え、

前記共振周波数検出時の出力周波数掃引時の掃引速度を変化させることを特徴とする超音波手術装置。

【 0 0 7 6 】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

【 0 0 7 7 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、確実に迅速、しかも適切な初期共振周波数 (F r o) の検出を行い、P L L 動作へ移行することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る超音波手術装置の構成を示す構成図

【図 2】

図 1 の超音波手術装置の構成を示すブロック図

【図 3】

図 2 の超音波手術装置の変形例の構成を示すブロック図

【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態に係る超音波手術装置の構成を示すブロック図

【図 5】

図 4 の超音波手術装置の変形例の構成を示すブロック図

【図 6】

従来の超音波凝固切開装置の共振周波数の検出を説明する図

【図 7】

従来の超音波凝固切開装置の構成を示すブロック図

【図 8】

図 7 の超音波凝固切開装置の作用を説明するフローチャート

【符号の説明】

- 1 … 超音波凝固切開装置
- 2 … ハンドピース
- 2 a … 振動子
- 2 b … プローブ
- 2 c … 判別抵抗
- 3 … フットスイッチ
- 1 1 … HP（ハンドピース）判別回路
- 1 2 … CPU
- 1 3 … 掃引回路
- 1 4、2 3 … D/A変換器
- 1 5 … 乗算器
- 1 6 … UP/DOWNカウンタ
- 1 7 … DDS
- 1 8 … 位相比較器
- 1 9 … 電力増幅器
- 2 0 … 検出回路
- 2 1 … 共振周波数検出回路
- 2 2 … A/D変換器

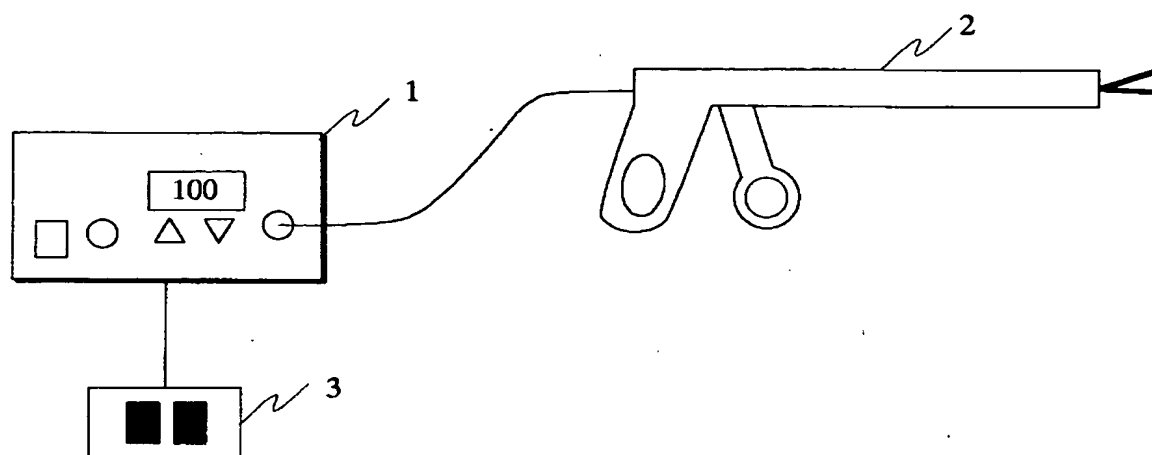
2 4 … 掃引速度制御回路

2 5 … V C O

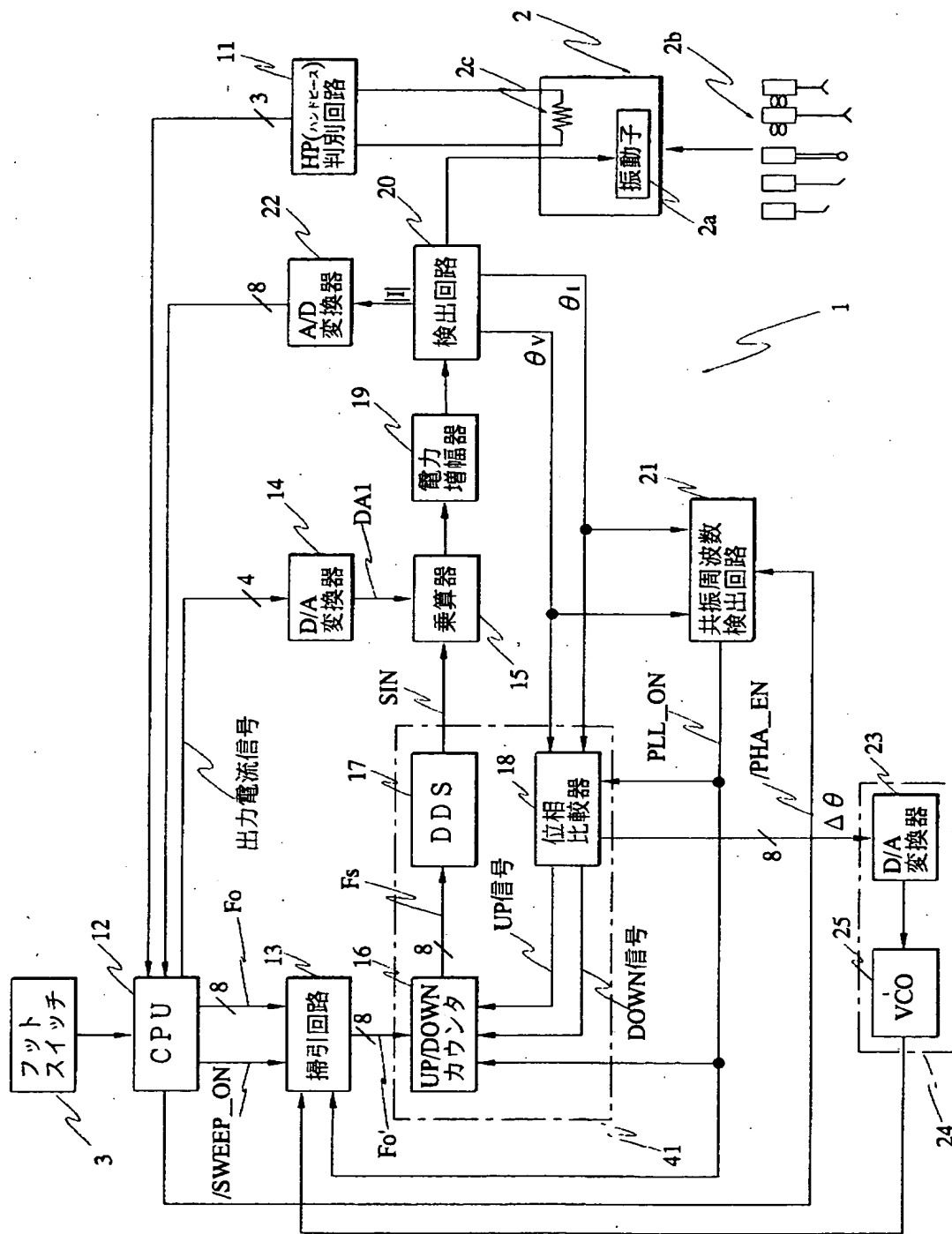
代理人 弁理士 伊藤 進

【書類名】 図面

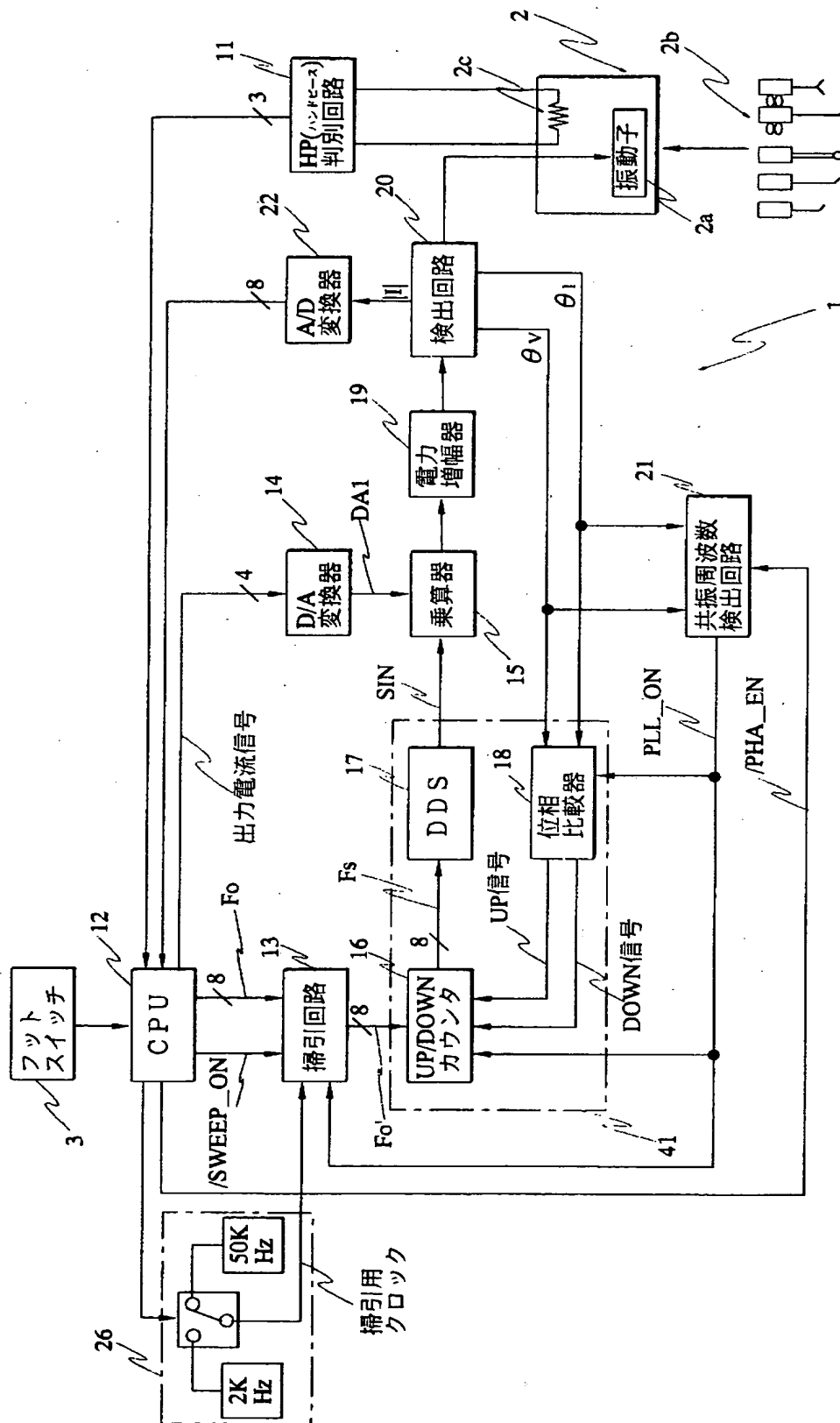
【図 1】



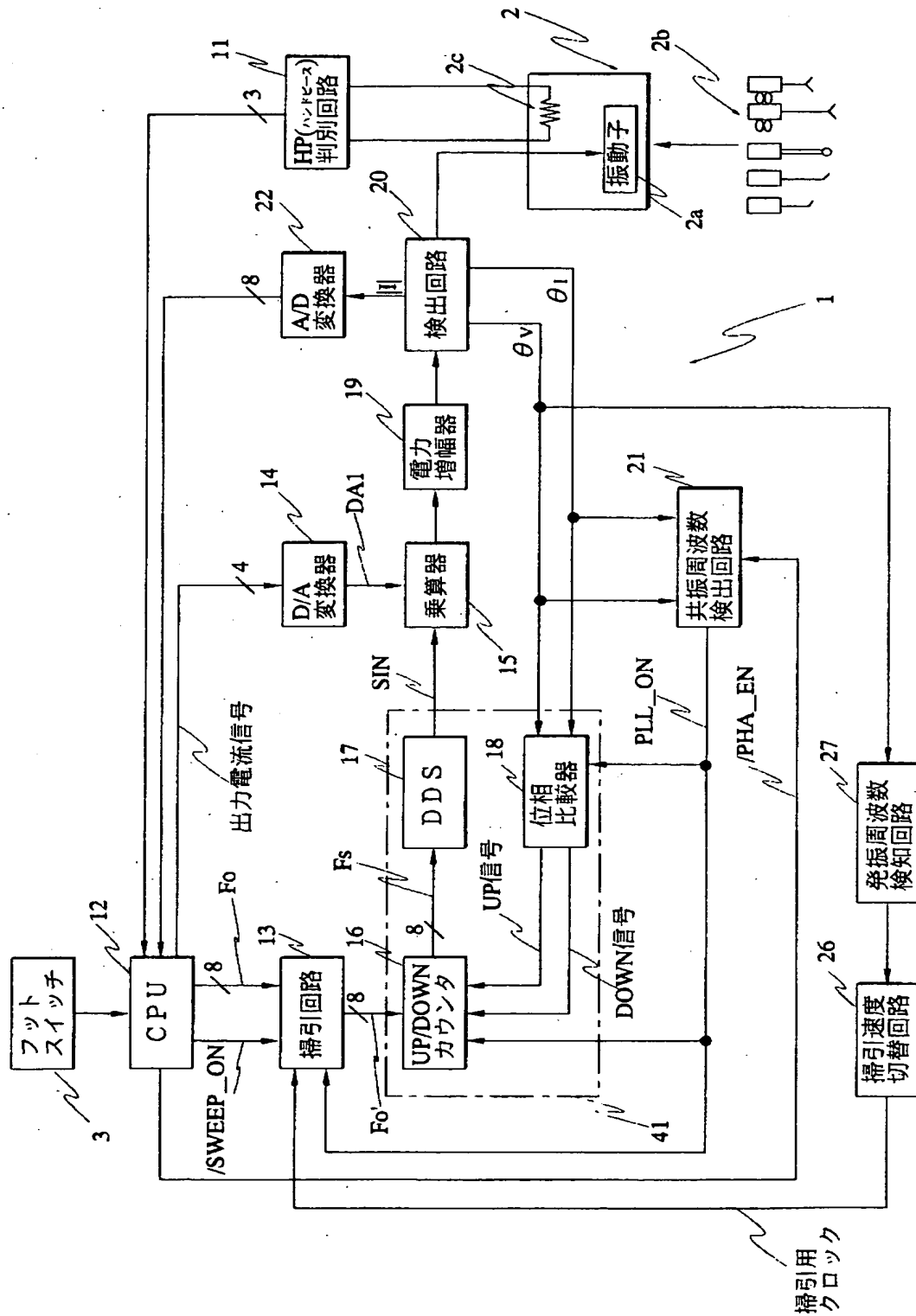
【図 2】



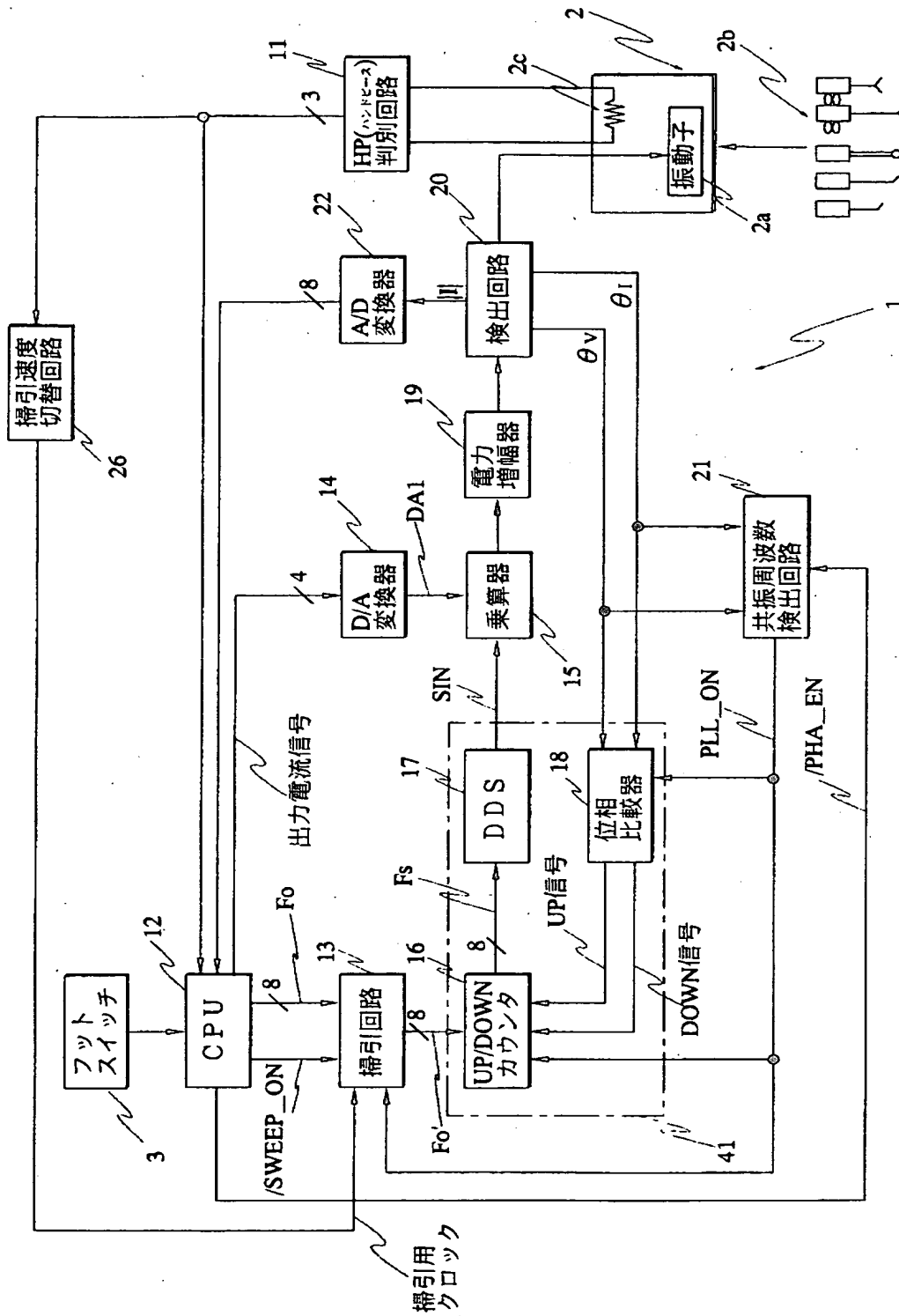
【図 3】



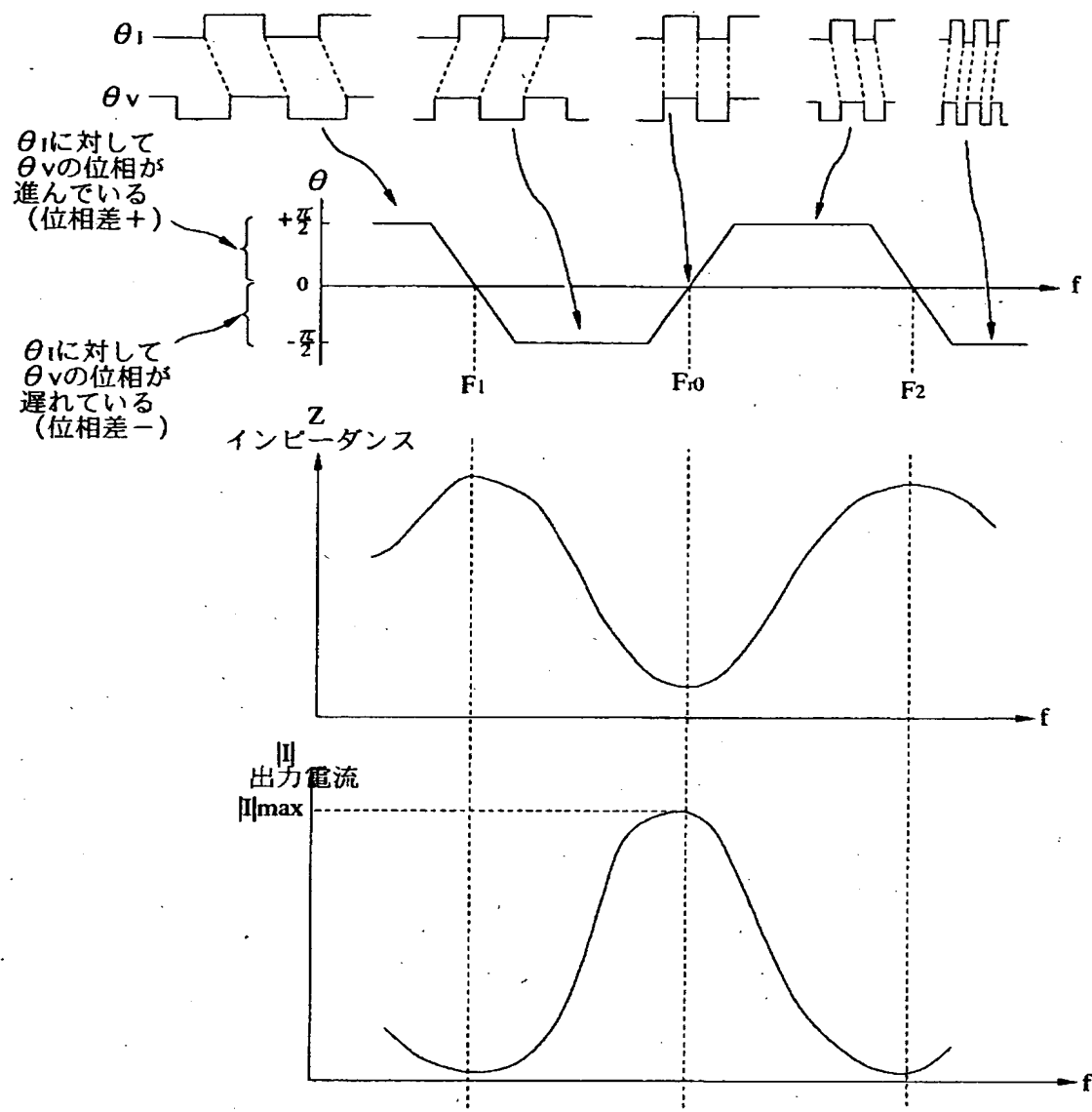
【図4】



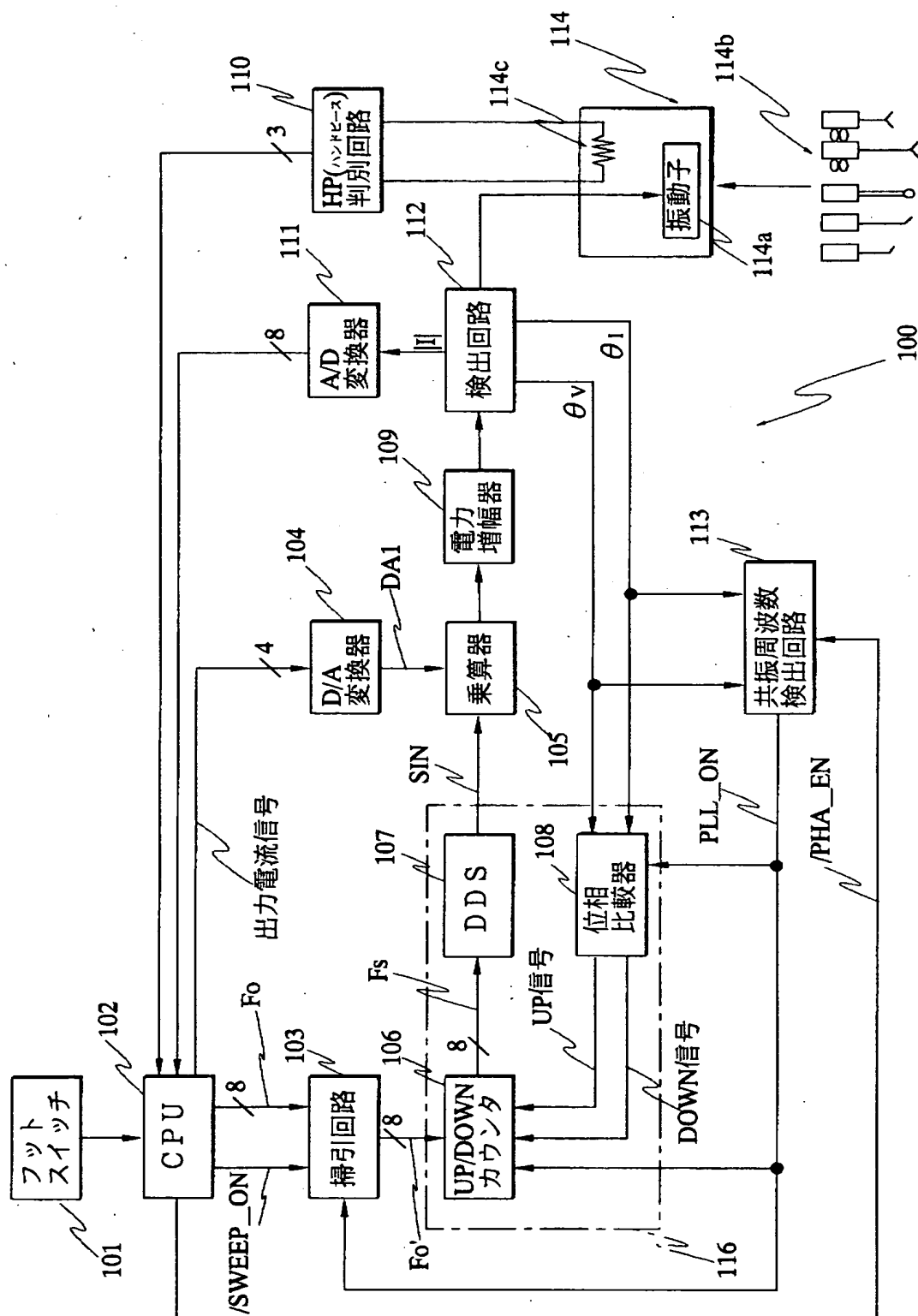
【図5】



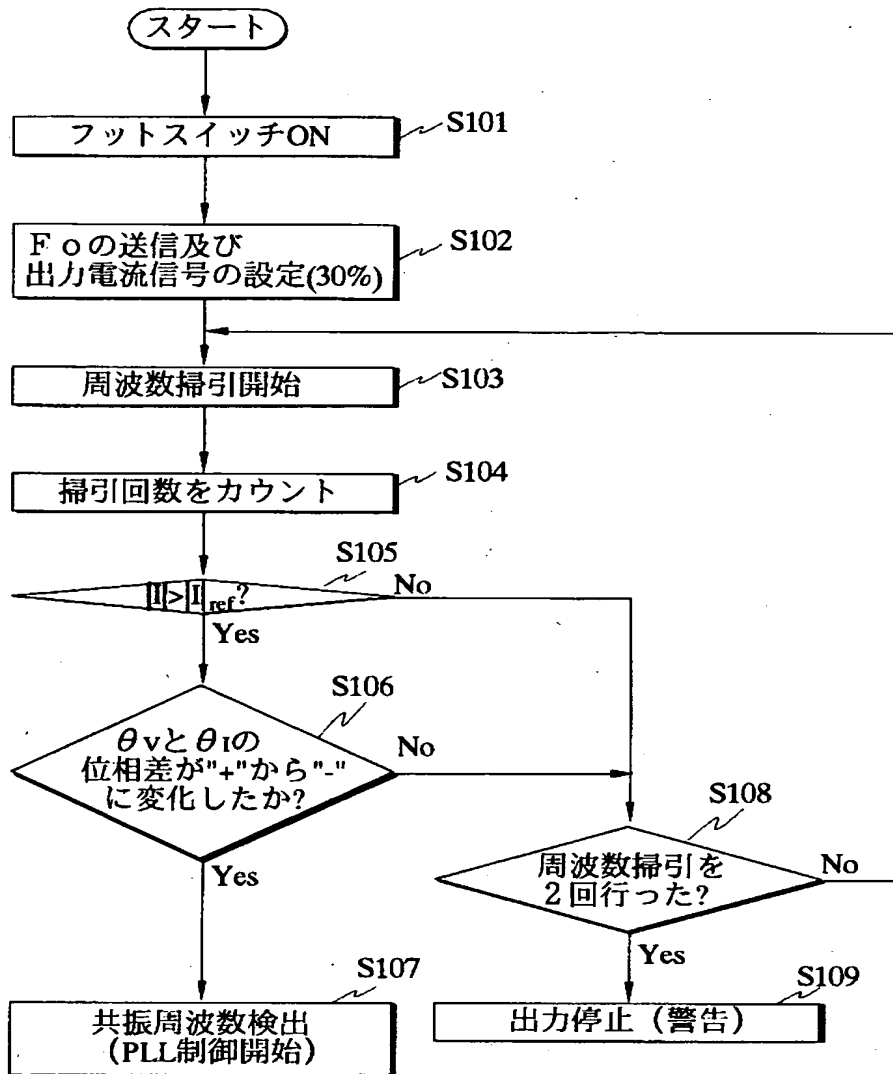
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 確実に迅速、しかも適切な初期共振周波数（ F_{ro} ）の検出を行い、PLL動作へ移行する。

【解決手段】 フットスイッチ 3 を踏んでから、初期共振周波数（ F_{ro} ）を迅速に検出するため、掃引速度制御回路 24 は、位相比較器 18 によって検知される位相差量を示す 8 ビット信号（位相差量信号 $\Delta\theta$ ）を D/A 変換器 23 にて D/A 変換し、D/A 変換器 23 の出力を VCO 25 へ出力し掃引回路 13 のクロックとする。 θ_i と θ_v の位相差量が大きく、駆動周波数設定信号（ F_s ）が F_{ro} から遠い時には、 F_{ro} 検出時の掃引速度を速くし、 θ_i と θ_v の位相差量が小さく、 F_s が F_{ro} に近いときには、 F_{ro} 検出時の掃引速度を遅くする。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
氏 名 オリンパス光学工業株式会社